



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

**“SMED para cambio de formato de máquinas inyectoras para
aumentar la productividad en la empresa Industrias NIKO S.A.,
Lima – 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Lopez Garcia, Jean Paul Eduardo (ORCID:0000-0003-0042-6557)

ASESOR:

Mgtr. Ramos Harada, Freddy (ORCID: 0000-0002-3619-5140)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria:

Esta tesis se la dedico principalmente a mi madre, que ha sido el soporte de mi carrera y apoyo fundamental en mi vida, que a pesar de todo siempre me ha apoyado y ayudado a salir de los problemas más difíciles.

A mi novia y mi hija que son el motor para salir adelante, día a día y por las que daría todo mi esfuerzo para verlas feliz todos los días.

A mi padre que a pesar de los momentos difíciles siempre seguiremos unidos.

Agradecimiento

Primeramente, quiero agradecer a la Universidad Cesar Vallejo, por haberme dado la oportunidad de continuar con mis estudios abriendo las puertas de su casa de estudios para seguir creciendo como profesional con un gran plan de desarrollo para cada estudiante que quiere seguir creciendo.

Además, también tengo que agradecer al Ing. Cesar Rivero Devescovi, Gerente General de la empresa Industrias NIKO S.A., por permitirme ser parte de la organización desde el 2016 y permitirme hacer mi tesis en su prestigiosa empresa, con el fin de ayudar a seguir mejorando y aportando a la empresa.

Índice de contenidos

Dedicatoria:	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1.-Proceso de inyección.....	3
2.2.- Mitología Single Minute Exchange of Die (SMED)	5
2.2.1.- Términos de cambio de serie	7
2.2.2.- Fases del SMED.....	8
2.3.- PRODUCTIVIDAD.....	11
III. METODOLOGÍA	14
3.1 Tipo de investigación.....	14
3.2 Diseño de Investigación	14
3.3 Sobre la Organización	15
3.4 Problema.....	15
3.5 Objetivos.....	15
3.6 Justificación	16
3.7 Hipótesis.....	16
3.8 Población	17
3.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.9.1. Técnicas	17
3.9.2. Instrumentos de recolección de datos	18
3.10 Procedimiento	18
3.11 Rigor científico	19
3.12 Método de análisis de datos	19
3.13 Aspectos éticos.....	19
3.14 Variables	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1 Análisis de la problemática.....	21

4.2	Diagrama de Pareto	24
4.3	Diagrama de Ishikawa.....	25
4.4	Evaluación de los datos obtenidos	25
4.5	Actividades internas y externas	25
4.6	Resultado de los datos	32
4.7	Análisis de inferencia	33
V.	DISCUSIÓN.....	35
VI.	CONCLUSIONES.....	36
VII.	RECOMENDACIONES	37
	REFERENCIAS.....	38
	ANEXOS	

Índice de tablas

- Tabla 1 Fases del método SMED y herramientas para su éxito**
- Tabla 2 Cuadro de operaciones y variables**
- Tabla 3 Causas de parada de máquina**
- Tabla 4 Causas de parada de máquina en los años 2018, 2019 y 2020**
- Tabla 5 Actividades internas y externas para el cambio de molde**
- Tabla 6 Toma de tiempos de actividades internas**
- Tabla 7 Actividades internas y externas después de reorganización**
- Tabla 8 Estadística de muestra emparejadas**

Índices de Figuras

- Figura 1 Esquema de una máquina de moldeo por inyección con pistón**
- Figura 2 Máquina de inyección de tornillo**
- Figura 3 Promedio de cambio de molde en Industrias NIKO S.A.**
- Figura 4 Diagrama de Pareto de causa de parada de NIKO S.A.**
- Figura 5 Diagrama de Ishikawa de la pérdida de tiempo durante el cambio de molde en Industrias NIKO S.A.**
- Figura 6 Diagrama de Pareto de actividades internas de cambio de molde**
- Figura 7 Diagrama de Gantt de las actividades de enero**
- Figura 8 Diagrama de Gantt de las actividades de febrero**
- Figura 9 Productividad antes y después en Industrias NIKO S.A.**
- Figura 10 Prueba de Normalidad**
- Figura 11 Cuadro paramétrico y no paramétrico**
- Figura 12 Prueba de muestras emparejadas**

Resumen

Esta tesis desea aumentar la productividad de la empresa de plásticos Industrias NIKO S.A. donde actualmente hay una pérdida de tiempo de producción por la gran cantidad de horas perdidas en el cambio de formato de las máquinas de inyección lo cual afecta a la productividad de los productos, porque los moldes presentan una gran cantidad de horas para su instalación la cual por la alta carga de trabajo en una sola área esta se ve afectada.

Se calcula que el tiempo actual que demora realizar un cambio de molde es de 2 horas y 45 minutos, complicando la instalación adecuada de cada parte de molde, además de presentar fallas en el proceso, dejando muchas veces los moldes mal instalados o con fallas que tienen que ser resueltas después consumiendo más horas de las necesarias.

El objetivo de la presente tesis es reducir el tiempo en el cambio de molde para poder aumentar la productividad de la empresa, para lo cual se propone implementar la herramienta de ingeniería SMED (Minute Exchange of Die), la cual busca reducir los tiempos de cambio de referencia en máquinas de entornos productivos con lo cual lograremos un sistema de mejora continua dentro de la organización.

Se analiza el nuevo tiempo luego de implementar la propuesta, teniendo como resultado el nuevo tiempo de cambio de molde es de 1 hora con 30 minutos como promedio para cambio de molde, ocasionando una reducción de 1 hora y 15 minutos aproximadamente lo cual permitirá un aumento de la productividad, reduciendo las actividades internas y convirtiéndolas en externas mejorando los cambios y los inicios de cada producción.

Finalmente, se realiza un análisis financiero el cual demuestra que la implementación es fiable durante el tiempo y reducirá los costos de perdida de hora hombre aumentando las ganancias de la organización.

Palabras Claves: Productividad, Cambio de formato, SMED (Minute Exchange of Die), Organización, Actividades internas, Actividades externas.

ABSTRACT

This thesis wishes to increase the productivity of the plastics company Industrias NIKO S.A. where there is currently a loss of production time due to the large number of hours lost in the change of format of the injection machines, which affects the productivity of the products, because the molds have a large number of hours for their installation. which is affected by the high workload in a single area.

It is estimated that the current time it takes to make a mold change is 2 hours and 45 minutes, complicating the proper installation of each part of the mold, in addition to presenting failures in the process, often leaving the molds incorrectly installed or with failures that they have to be resolved after consuming more hours than necessary.

The objective of this thesis is to reduce the time required to change the mold in order to increase the productivity of the company, for which it is proposed to implement the SMED (Minute Exchange of Die) engineering tool, which seeks to reduce change times. reference in machines in productive environments with which we will achieve a system of continuous improvement within the organization.

The new time is analyzed after implementing the proposal, resulting in the new mold change time is 1 hour with 30 minutes as an average for mold change, causing a reduction of approximately 1 hour and 15 minutes which will allow an increase of productivity, reducing internal activities and converting them into external ones, improving the changes and the start of each production.

Finally, a financial analysis is carried out which shows that the implementation is reliable over time and will reduce the costs of lost man-hours increasing the profits of the organization.

Keywords: Productivity, Format change, SMED (Minute Exchange of Die), Organization, Internal activities, External activities.

I. INTRODUCCIÓN

En la industria de plásticos por moldeo de inyección permite una gran cantidad de variaciones en su producción, ya que, fabricar diferentes productos en una misma máquina genera una gran cantidad de oportunidades de negocio para esta mismas y en INDUSTRIAS NIKO S.A. por más de 35 años han sabido como esta ventaja es muy útil para atender a múltiples clientes de diferentes sectores, como son los rubros de alimentos, farmacológicos, industriales, minería, entre otros, además de poder usar diferentes tipo de materiales para esta misma y colores que pueden varias según el productos.

A pesar de la gran facilidad que da la industria de moldeo por inyección esta presenta un gran reto que son las paradas por diferentes factores que pueden presentarse dentro del trabajo como fallas de los moldes, fallas de las máquinas, problemas de falta de personal, falla en los equipos auxiliares, cambios de moldes; este último durante un buen tiempo significo una cantidad de horas perdidas durante los años de la empresa, generando pérdidas considerables en la productividad.

Y para comprender mejor el efecto que los cambios de molde pueden generar nos podemos basar en modelos internaciones y estimaciones que tienen otras empresas a nivel mundial para la elaboración de los cambios de herramienta de las maquinas inyectoras las cuales tienen un promedio de 1 hora en general para diferentes tipos de moldes, ya sean medianos, pequeños o grandes; lo cual genera una diferencia muy alarmante dentro de la organización que tiene como promedio 2.5 horas de cambio de herramienta esta puede ser superada según el tamaño del molde llegando a tener un tiempo promedio de 4 horas, lo cual, es perjudicial para el desarrollo de las actividades de la organización.

Por lo expuesto anteriormente es importante estudiar los factores que hacen que los cambios de formato tengan una influencia negativa en la productividad de la empresa y encontrar la herramienta necesaria para su desarrollo adecuado y aumentando la eficiencia de la organización.

Dentro de las múltiples herramientas que se pueden aplicar en el campo de la ingeniería, la técnica SMED, es una que podría ser la indicada para elaborar un plan adecuado para la elaboración y cambio de formato adecuado adecuándonos a los estándares internacionales y la reducción de tiempos dentro de la organización, ya que la herramienta SMED(1), es aquella que buscara reducir los tiempos de cambio y aumentar la fiabilidad del proceso de cambio, lo que reduce el efecto de riesgos de defectos y averías está teniendo efectos positivos tanto en la OEE y a la productividad de la empresa, de esta manera se quiere aprovechar la herramienta en mención para que los procesos de inyección sean mejores y aprovechar más la disponibilidad de la planta.

Al finalizar la investigación podremos observar como la aplicación de las diferentes herramientas de ingeniería pueden aplicarse en diferentes casos de los procesos productivos de cualquier empresa, logrando resolver cualquier problema para una mejora continua de la organización encontrando los principales problemas y la manera de cómo aplicarlo.

II. MARCO TEÓRICO

Para poder comprender los procesos que están implicados dentro de la presente tesis es importante entender los términos adecuados para la aplicación de las herramientas necesarias y poder identificar correctamente los problemas y las posibles soluciones de la organización.

2.1.-Proceso de inyección

Este proceso dentro de las técnicas utilizadas para los procesos de plásticos, la inyección por moldeo es el más utilizado y como gran ejemplo tenemos todos los productos que estos se pueden conseguir, como productos de hogar (jarras, vasos, fuentes, platos, bandejas, sillas, mesas, etc.); medicinal (potes medicinales, tapas de sueros, envases de sueros, etc.); industriales (conos de tránsito, productos para gasfitería, iluminaria de minas, bidones, tanques, etc.).(2)

Por esta razón el moldeo por inyección es una de las técnicas más utilizadas a nivel mundial, su proceso de transformación utiliza temperaturas y presiones elevadas, lo que beneficia la creación de piezas con una gran precisión, además de otro gran beneficio de este proceso es la oportunidad de utilización del material, ya que, estos materiales se utilizan en su totalidad, aunque se generen una cantidad proporcional de residuos estos pueden ser reutilizados en el mismo proceso u en otro similar, lo cual genera un gran beneficio para la fabricación de productos por moldeo de inyección..

El fin principal del moldeo por inyección es ingresar un polímero fundido en un molde cerrado y enfriarlo para darle la consistencia necesaria y una vez logrado la compactación y solidificación se concretará el producto final.

Las máquinas utilizadas en este proceso tienen un mismo tipo de mecanismo, pero estas pueden variar dependiendo a la cantidad de presión necesaria para general el producto deseado pues desde una pequeña tapa hasta un gran tanque para agua el moldeo de inyección tiene una gran variedad de uso, el mecanismo de las máquinas viene con dos mecanismos principales uno que es el uso de un pistón y otro que es el uso de un tornillo. (3)

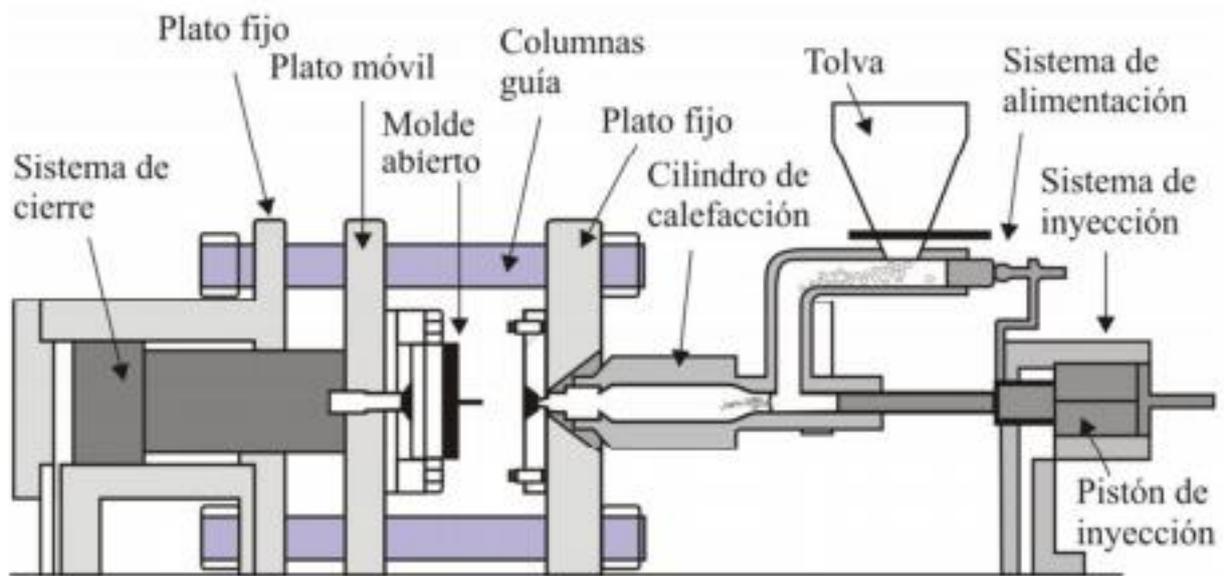


Figura 1: Esquema de una máquina de moldeo por inyección con pistón

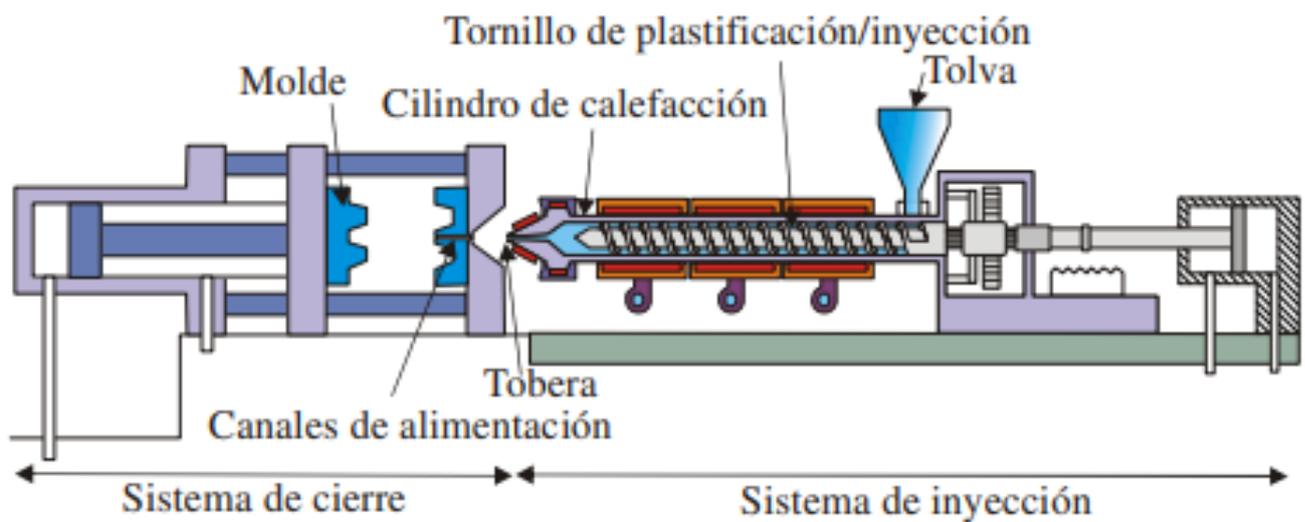


Figura 2: Máquina de inyección de tornillo.

De este último y muy similar al mecanismo de moldeo por inyección estos tienen un proceso para la generación de los productos deseados por lo cual se conoce un término muy utilizado para estos procesos como el ciclo de inyección que será el tiempo desde el inicio del proceso hasta la obtención del producto final.

El ciclo de inyección se encuentra integrado por los siguientes elementos:

- a) Tiempo de cierre de molde, es el proceso en el cual la maquina hace los movimientos necesarios para el cierre.
- b) Tiempo de avance de la unidad de inyección, es el proceso por el cual la parte despegada de la maquina hace su recorrido para unirse con el molde.
- c) Tiempo de llenado o de inyección, una vez el pistón o el husillo se encuentre en posición con el molde (unión) este inyecta el polímero en el molde seleccionado.
- d) Tiempo de compactación, en esta parte del proceso el molde permanece cerrado y el polímero en su interior se comienza a enfriar, por lo cual existe una compactación del producto y también se sigue inyectando material de una manera controlada para lograr el total del producto deseado a fabricar en la cual la presión dentro de este también será controlada según los requerimientos del producto a fabricar.
- e) Tiempo de retroceso de la unidad de inyección, cuando ya se inyectó la cantidad necesaria de material dentro del molde, este retrocede para que se prepare la siguiente etapa de inyección.
- f) Tiempo de enfriamiento, es una de las partes más importantes pues el tiempo que se le dará al molde para que el producto se llegue a solidificar dentro del molde y obtengas las cualidades requeridas.
- g) Tiempo de apertura del molde, después de un adecuado enfriamiento del molde y enfriamiento del producto este se abre para liberar a pieza.
- h) Tiempo de extracción de la pieza, en este momento se saca la pieza de los moldes.
- i) Tiempo con el molde abierto, este suele ser el más corto, pero en ciertas ocasiones puede ser considerado, ya que, hay ciertos elementos que necesitan pizas metálicas adicionales para el proceso.

Por eso este método de fabricación es un proceso donde se encuentran pocas deficiencias en el aprovechamiento de material y gran versatilidad para la elaboración de múltiples productos de diferentes ramas, tamaños, colores, presentación, densidad, etc., el moldeado por inyección nos da una infinidad de producción de polímeros de alta calidad y variedad.(4)

2.2.- Mitología Single Minute Exchange of Die (SMED)

La metodología SMED que en sus siglas en inglés es Single Minute Exchange of die, tiene sus inicios con el doctor japonés Shigeo Shingo quien vivió desde 1909 hasta 1990, este fue un ingeniero mecánico que logró tener un gran reconocimiento por ser un líder en una innovadora práctica de manufactura en el sistema de control de producción de la empresa Toyota como inicios de su carrera y de él nacieron herramientas muy eficientes como: Poka Yoke (técnicas de calidad con el fin de evitar errores en la operación de un sistema); SMED (método de reducción de desperdicios en un sistema productivo basado en asegurar el tiempo de cambio de herramienta) y Cero Control de Calidad (se basa en la premisa de que los defectos se dan porque ocurren errores en el proceso), todas estas técnicas y herramientas lograron darle el reconocimiento como “Dr. Mejora”(5)

La implementación de la metodología SMED se da a mediados del año 1950 en la planta de Mazda ToyoKogyo, pues se presentó que la planta presentaba un gran congestionamiento en el área de producción de cuerpos grandes, ya que, estos trabajaban por debajo de la capacidad que estaba planificado para cada operación, el Dr. Shingo observó dicho problema para lo cual hace una evaluación dándole una compleja solución al problema. Por ello decidió aplicar un ajuste hallando la necesidad de clasificar las tareas como internas y externas para llevar un mejor control de los tiempos y así aumentar la productividad del, logrando un aumento de la eficiencia hasta en un 50%.(6)

La empresa Toyota Motor Company dentro de sus procesos de producción trabajaba con un equipo con una capacidad de 100 toneladas, esta maquinaria tenía un tiempo promedio para el cambio de herramienta de 4 horas por promedio, por este motivo de las horas desperdiciadas es que decidió analizar las actividades internas como externas y de esta manera encontrar una optimización en los tiempos, logrando un promedio 90 minutos en solo 6 meses, este ajuste se volvió a realizar de tal manera que los procesos tuvieron un nuevo reajuste logrando otra mejoría importante y es por eso que se le dio el nombre de SMED. (7)

Esta metodología fue de gran importancia pues los principales beneficios de su aplicación se veían en la minimización de los tiempos para la preparación y optimización de todos los procesos de producción, con esto también se lograría una reducción considerable en los tamaños de los stocks de almacén optimizando su uso, aumentar la capacidad de los cambios de herramientas con una nueva metodología y eficiencia y lograr poder utilizar una sola máquina para poder elaborar una gran variedad de productos.

Otras de las bases de esta metodología SMED es optimizar los cambios de máquina o dar inicio a los procesos que sean necesarios en un tiempo promedio de 10 minutos, ya que, se define por los cambios de herramientas o formatos al tiempo tomado desde la fabricación de la última pieza hasta el inicio del siguiente producto de la siguiente línea de producción, tanto en el cambio de la herramienta como en el ajuste necesarios de la máquina (regulación).

De la misma manera se tiene que identificar los ajustes para entender la aplicación de la metodología SMED, tanto los tiempos internos, los cuales son definidos a las actividades que se realizan en la máquina detenida, que no está relacionada directamente de las horas de producción; tiempos externos, estos están relacionados a las operaciones realizadas con la máquina en funcionamiento o en periodo de producción.

De la misma manera hay que entender la diferencia que se hace en la identificación de actividades internas, que son aquellas que se realizan para el proceso de cambio que realiza el operario o personal a cargo y las actividades externas, que son las actividades realizadas para el proceso de cambio pero que no son realizadas por los operarios o personal a cargo del proceso sino por agentes externos para la reducción de tiempo.

Los beneficios de la metodología SMED son múltiples la aplicación correcta de estos puede beneficiar en:

- a) La reducción de desperdicios (esperas, movimiento, materia prima entre otros)
- b) Se logra un mejor control de inventario, logrando niveles más bajos permitiendo un flujo continuo.

- c) El operador realiza menos actividades sin valor agregado y este se puede concentrarse en el trabajo aportando valor agregado en el proceso, de esta manera logra una mayor productividad.
- d) El impacto en la calidad del producto, su entrega y costos se ven beneficiados positivamente.
- e) Se reducen los tiempos de entrega lo que implica un mejor nivel de servicio para el cliente.
- f) Se puede obtener una mejor disponibilidad de la máquina para actividades de producción y esta aumenta la capacidad de la misma. (8)

2.2.1.- Términos de cambio de serie

Para conocer más sobre los procesos aplicados en el SMED, es importante conocer los términos acompañados a este que lograrán la adecuada aplicación de la metodología SMED.

- Periodo de baja, Run Down: Para ciertos procesos es necesario reducir el tiempo para que la máquina pueda ser parada en su totalidad de la producción, para lograr este paso es necesario que la producción actual tenga una disminución parcial de las actividades que está realizando, antes de iniciar las actividades para el cambio de herramienta.
- Periodo de Setup: En esta parte del proceso no se realiza ningún tipo de manufactura, pueden presentarse ciertas tareas como el ajuste y calibración de herramientas antes del siguiente periodo.
- Periodo de alta, Run Up: Una vez instalado el siguiente producto, este tiene un tiempo en el cual mientras no sea un producto estable o conforme a la calidad deseada.
- Actividad o tarea interna, es el medio por el cual se realizan las tareas propias para el cambio de formato.
- Actividades o tarea externa, son todas aquellas que son parte del proceso de cambio pero que no son realizadas por el operario principal, sino, por algún agente adicional que realizara estas tareas.

2.2.2.- Fases del SMED

Shingo en su libro "A study of the Toyota Production System: From an industrial Engineering Viewpoint", el autor nos define el método SMED en 4 fases para su implementación, las cuales son:

a) Fase 0: No hay una separación entre internas y externas.

En esta primera fase, que más es una fase preliminar, no hay una distinción entre actividades internas o externas., ya que, muchas de las acciones que podrían desarrollarse como actividades externas, como la búsqueda de herramientas o reparaciones de molde se realizaran cuando la máquina no esté en movimiento.

b) Fase 1: Identificación y división de las actividades internas y externas.

Esta etapa se convierte en la parte crucial de la implementación de la metodología SMED, ya que, en esta etapa se realizará división de las actividades externas e internas.

El ingeniero Shingo propuso realizar una lista especificada de las actividades en las cuales se encuentren todas las que se realizan en el proceso de cambio, estado de cada actividad y los procedimientos que se deban realizar con la maquina en funcionamiento. Después se tiene que hacer la verificación de todas las actividades para evitar demorar durante la maquina parada. Por último, se deben encontrar y optimizar los métodos que sean más eficientes, para el traslado de herramientas, así como cualquier elemento que sea necesario para el cambio de formato dentro de las actividades.

c) Fase 2: Transformación de actividades internas en externas.

En esta fase del procedimiento SMED se hará un análisis de las operaciones de cambio de formato para poder determinar cuál de las actividades realizadas serán convertidas en actividades externas.

Como ejemplo podemos observar que en la inyección de plásticos el precalentamiento de un molde, con la máquina en funcionamiento es necesario quitar la necesidad de calentamiento de esta misma, realizando pruebas y variaciones en la temperatura hasta obtener la ideal, está en su

mayoría suele ocasionar demoras de tiempo y desperdicios de productos defectuosas que deben ser eliminadas del proceso, esto se puede realizar hasta la obtención de la temperatura ideal para el proceso.

d) Fase 3: Optimización de todas las actividades de cambio de formato, internas como externas.

En la fase final tiene que considerar las actividades internas de cambio de formato como las externas poder identificar las oportunidades de mejora continua, para esto se deben considerar la eliminación de ajuste y equilibrar los métodos de anclaje.

En la mayoría de operaciones en las que se ha aplicado la metodología SMED se ha logrado evidenciar que se reducen los tiempos en una vigesimal parte del tiempo anterior. (9)

Para lograr que la herramienta SMED tenga éxito en su aplicación se requiere de diferentes factores para que esta lograr la aplicación de la metodología SMED, lo más importante es la participación de toda la alta dirección, la prioridad que esta le presente a los proyectos de implementación es fundamentales para su aplicación por que en cada implementación siempre requerirá un inversión y si la alta dirección no está dispuesta a colaborar para los cambios necesarios por altos costos o contradicciones con las área que quieran implementar la mejoría será dificultoso poder implementarla.

Existen muchas maneras para que la optimización de las tareas sea efectiva para la aplicación, como:

Actividades para la optimización de las operaciones externas:

1. Reducir las operaciones de armado y desarmado de formatos.
2. Tener controlado los stocks de materias primas en los almacenes.
3. Mejoras la manera de transporte de herramientas, partes, dispositivos y equipos auxiliares.
4. Eliminar o reducir los tiempos de espera.
5. Eliminar por completo los tiempos perdidos por búsqueda, limpiezas y todo elemento que sea necesario para el cambio de formato.

Actividades para la optimización de las operaciones externas:

1. Aumentar las tareas en paralelos, así disminuir las tareas en una sola línea y aumentar la disponibilidad.
2. Implementar dispositivos tecnológicos o mecánicos, que permitan el centrado de herramienta en la máquina.
3. Reducir o eliminar los tiempos de ajustes de los formatos.
4. Adaptar los mecanismos adecuados en las máquinas para que los cambios de formatos sean más sencillos.

Otro factor importante para que la organización tenga un crecimiento adecuado y para que la metodología SMED tenga una implementación correcta dentro de la organización es el factor psicológico que será implementado dentro de los colaboradores de la organización, evaluar la carga de trabajo que se le da a estos, en la mayoría de los casos de implementación de cambios de formatos son realizados por un solo operario lo cual es dificultoso para este mismo y lo que puede llevar a que los cambios se realicen en varias horas y con muchos errores, lo que conlleva al estrés y diferentes problemas que se pueden presentar, lo más recomendable es que dos operadores realicen estas actividades balanceando de una manera equitativa las tareas para que se vea una verdadera reducción dentro de los cambios de formatos.(10)

El factor psicológico dentro del cambio de formato también es importante porque aplicando una buena retroalimentación con las ideas de los mismos colaboradores se podrá conocer que elementos, herramientas, procedimientos, etc., son necesarios para la implementación de la metodología SMED.

Una vez realizado la retroalimentación y la identificación de las actividades internas y externas, la implementación de metodología de trabajo nueva para los cambios de formatos ayudara a estandarizar los métodos que, al pasar de los tiempos, aunque haya cambio de los operarios estos podrán seguir un procedimiento de trabajo.

De la misma manera se debe hacer un seguimiento de estos procesos mediante toma de tiempos antes y después de la aplicación para poder hacer el seguimiento adecuado de la metodología SMED y poder hacer la mejora continua de la organización.(11)

Fases del SMED	Herramientas
Fase 0 : Análisis preliminar	<ul style="list-style-type: none"> Filmar el cambio de serie Registrar todo detalle relevante. Cronometrar el cambio. Elaborar Cursograma analítico. Entrevistar a los principales actores. Utilizar de listas de chequeo
Fase 1: Separar operaciones internas y externas.	<ul style="list-style-type: none"> Estudiar de los movimientos y operaciones de los operadores. Estudiar el transporte de herramientas y herramientas.
Fase 2: Convertir operaciones internas en externas.	<ul style="list-style-type: none"> Preparar el puesto de trabajo previo al cambio. Chequear que el Funcionamiento estandarizado. Utilizar dispositivos intermedios. Mejorar almacenamiento y transporte de herramientas y herramientas.
Fase 3: Optimizar operaciones internas y externas.	<ul style="list-style-type: none"> Adoptar operaciones en paralelo Establecer procedimientos estandarizados de trabajo. Mejorar el centrado de las herramientas. Mejorar el anclaje del herramental Mejorar o bien eliminar el ajuste del herramental.

Tabla 1: Fases del método SMED y herramientas para su éxito.

2.3.- PRODUCTIVIDAD.

Según varios autores una definición general de productividad, es la cantidad de productos que puedes obtener de un proceso de producción con la utilización de recursos para dicha producción.

Prokopenko (1989), “Es el equilibrio que hay entre el resultado conseguido por un sistema de transformación y los requerimientos usados para lograrlo. Por tanto, la productividad se precisa por la utilización eficaz y eficiente de materiales en la elaboración de varios productos y servicios”.

Según Kootz y Weihrich (1998) Explicaron que la productividad es la relación entre insumos y productos en cierto periodo con especial consideración en la calidad.

Robbins y Coulter (2005), señala que la productividad como el volumen total de bienes producidos, dividido entre la cantidad de recursos utilizados para generar esa producción. Se puede agregar que en la producción sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y la mano de obra, pero se debe tomar en cuenta, que la productividad está condicionada por el avance de los medios de producción y todo tipo de adelanto, además del mejoramiento de las habilidades del recurso humano,

Veiga (2011) en el tema Productividad laboral publicado en la revista ABC de economía indica, que la productividad es una medida de la eficiencia en la

producción. Por productividad se entiende la relación entre lo que se produce y lo que se necesita para producir. Por ejemplo, una secretaria es más productiva que otra si en el mismo tiempo hace más cosas que la otra. La producción es una combinación de capital y trabajo. Si aumenta la cantidad de capital o de trabajo, la producción generalmente aumenta. Pero también puede aumentar porque el capital y el trabajo existente se aprovechan más eficientemente, lo que los hace más productivos.

Garoz (2010), explica que la productividad es uno de los factores determinantes para que las empresas puedan competir en el mercado, y de esta manera fijar uno de los 6 condicionantes que tiene la capacidad de competir, la duración de la jornada de operación y su valor. La fijación del número de tareas a realizar dentro de las empresas es un elemento de primer orden para el cálculo de la productividad, que cada uno de los colaboradores tiene, de esta forma ver la distribución que se le dará a lo largo del año por las horas trabajadas. Uno de los elementos del incremento de productividad, vienen de la mano, con la jornada de compromiso, que se tiene acoplándola de manera eficaz a los ciclos productivos.

La productividad durante muchos años ha tenido diferentes interpretaciones muchas basadas en la época y los diferentes elementos de producción que se obtenían, además de una confusión con la para labra “producción” que en su definición más básica se tiene por entendido a la cantidad de productos realizados en una determinada línea de producción. Por eso es importante tener claro la definición de cada uno para que su aplicación tenga la mejor utilización dentro de la organización(12)

Uno de los elementos más que tienen una relación fundamental con la productividad, es la eficiencia y la eficacia que también son parte determinante al momento de medir la productividad, para ello podemos definir que:

- Eficiencia: la manera en la que se usan los elementos para lograr una producción determinada.
- Eficacia: Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera

De este modo Mali en 1978, relaciono estos términos encontrando lo siguiente:

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{\textit{producción obtenida}}{\textit{insumos utilizados}} = \frac{\textit{desempeño alcanzado}}{\textit{recursos consumidos}} = \frac{\textit{eficacia}}{\textit{eficiencia}}$$

Igualmente podemos tener algunos conceptos adicionales para la definición de estos términos y poder tenerlos claramente.

Eficacia:

Según Fernández (1997) señala: “que el nivel que muestra a la relación entre objetivos y sistema de significados. Estos son placenteros si se efectúan en grado suficiente lo sospechado en el proceso de considerados, es decir, si se consigue lo que se pretende. Es manifiesto que estos resultados tienen una valoración en términos económicos, primariamente reseñamos a organizaciones de fabricación de bienes y servicios.”

Según Prokopenko (1989), dice lo siguiente: “coteja los logros presentes con lo que sería viable, si los requerimientos se dirigieran efectivamente. Ese concepto contiene un fin de elaboración que logra una regla de beneficio, o elaboración viable.”

Gutiérrez, H. (2010, p.21). Refiere: “al nivel que se realiza las diligencias proyectadas y se logran los efectos que se han calculado, también busca manipular los recursos para alcanzar lo planificado.”

Jack, F. (2008, p.98) indica que: “la eficacia calcula los objetivos de acuerdo con los objetivos propuestos, suponiendo que estos mismos objetivos se lleven a cabo de un modo organizado y de orden sobre la base”.(13)

Eficiencia:

Fernández (1997): “se enfoca en determinar que se hace como corresponde, realizar las actividades correctamente, hacer las cosas lo mejor posible para que los recursos sean aplicados de manera equilibrada.

Prokopenko (1989) indica: “que el grado del producto provoca los recursos disponibles, como la capacidad disponible. Calcular la eficacia, detalla la conexión

entre los productos y materiales que son empleados y confrontados con la capacidad emanada y los requerimientos”.

Pérez, J. (2010), detalla lo siguiente: es la producción y salida por unidad de entrada. Por lo expuesto, semeja a la correlación entre cantidad derivada y recursos agotados”

Gutiérrez, H. (2010, p.21). Refiere: “a la relación que hay entre el objetivo alcanzado y los materiales y suministros que se han manipulado, pues busca lograr la eficiencia tratando de perfeccionar requerimientos sin desperdiciar.”

Cruelles, J. (2013, p.723). Refiere: “calcula la relación que hay entre suministros y elaboración, para restar el precio de los materiales. Numéricamente, es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.”

En toda organización podemos observar de la misma manera factores que estarán relacionados a la productividad de esta mismas para lo cual es importante a prender a identificarlos porque también serán piezas claves para encontrar problemas y mejoras(14)

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizada para el presente caso es aplicativa, experimental.

Aplicativa, este tipo de investigación se caracteriza por querer explicar el fenómeno u objeto de estudio, no solo describirlo o tomar datos relevantes o similares para su utilización

La herramienta en la presente investigación es de carácter netamente aplicativo, por lo cual esta investigación toma un enfoque riguroso es este aspecto, porque, d propone una solución a una problemática presentada en la organización, centrando en la baja productividad y cambiando a una mejora positiva para la organización.

3.2 Diseño de Investigación

La investigación es experimental - cuantitativa.

La investigación es experimental, porque tiene como fin evaluarla con un enfoque riguroso y científica, manteniendo en todo momento las variables constantes y otro grupo de variables medirán el sujeto de experimento.

Por el mismo carácter que tiene la investigación el diseño cuantitativo se enfoca en la recolección de datos, para poder evaluar la eficiencia de la herramienta utilizada en este caso y como se presenta en la realidad.

3.3 Sobre la Organización

La organización en la cual se llevará el estudio es INDUSTRIAS NIKO S.A., que se dedica a la fabricación y diseño de productos plásticos a base del moldeado por inyección, con un tiempo de 35 años de experiencia en el rubro de plásticos, fabricando diferentes productos para múltiples sectores como industriales, minería, farmacéutica y principalmente el área de alimentos, contando con certificaciones internacionales ISO 9001-2015, FSSC 2200, BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), por eso es reconocida a nivel nacional e internacional teniendo diferentes clientes como: Corporación Lindley, Grupo Coca Cola, Altomayo Perú, Braun, Eternit, Multifoods, Minería El Cope, entre otros en países como Chile, Bolivia y Ecuador(15)

3.4 Problema

Problema general:

1. ¿Cuál es el efecto de la herramienta SMED para mejorar los cambios de molde de la empresa Industrias NIKO S.A. para mejorar su productividad?

Problema específico:

1. ¿Qué consecuencias tiene la pérdida de tiempo de la movilización de moldes en el proceso de fabricación de productos plásticos?
2. ¿Cómo influye el sistema de conexiones de agua, en el cambio de formato de cada molde?
3. ¿Cuáles son los efectos de no tener un buen control y orden de los molde y herramientas a utilizar?

3.5 Objetivos

Objetivo general:

1. Como la aplicación de la metodología SMED para la reducción del tiempo perdido durante el cambio de molde mejorando la productividad de la empresa INDUSTRIAS NIKO S.A.

Objetivo específico:

1. Optimizar el desplazamiento de los moldes desde su lugar de origen hasta la máquina, para la mejora de tiempo del cambio de formato.
2. Identificar y cambiar los sistemas de conexiones de agua por unos que sean más eficientes para disminuir la pérdida de tiempo en el cambio de formato.
3. Encontrar un correcto orden y distribución de los molde y herramientas, de tal manera, que se reduzcan los errores en el cambio de formato, planificar los materiales necesarios para realizas las actividades de una manera eficiente.

3.6 Justificación

1. Mejorar los tiempos para aumentar la productividad, por esto es necesario disminuir el tiempo de cambio de formato mediante la metodología SMED.
2. Reducción de los costos de operación por la parada de máquina de cambio de molde, aprovechando mejor los recursos.
3. Tener un personal con un mejor ambiente laboral, al disminuir significativamente la carga laboral que pueda presentar.
4. Por ello se realizará el estudio según la metodología Single Minute Exchange of Die (SMED) para el proceso de cambio de formato, esta herramienta facilitará la identificación de las actividades internas y externas en el proceso de cambio de formato, para poder identificar las posibles causas por las cuales se demora el proceso, minimizarlas y reducir correctamente el tiempo de cambio de formato.
5. La presente investigación se justifica de manera sencilla en el desarrollo de las actividades sobre las pérdidas de tiempo en el proceso de cambio de formato y la disminución parcial de los requerimientos para la planificación de materiales de la empresa Industrias NIKO S.A.

3.7 Hipótesis

Hipótesis General

1. La reducción del tiempo perdido durante el cambio de molde a través de la metodología SMED, favoreciendo significativamente, la productividad de la empresa INDUSTRIAS NIKO S.A

Hipótesis Especificas

- I. La Implementación de una grúa electromecánica para la movilización de los moldes desde su estancia de moldes a la máquina, optimizara el tiempo de cambio de formato.
- II. La utilización de un sistema de tomas rápidas instaladas en los moldes, ayudara a aumentar la eficiencia de los cambios de formatos.
- III. Elaborar con oportunidad el programa de producción mejorara a la planificación de materiales y herramientas en los tiempos necesarios, optimizando los cambios de formatos.

3.8 Población

Según el autor Arias (2006, p. 81) define población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

Para la presente investigación la población está conformada por los datos obtenidos de la observación de datos de las actividades para el cambio de herramienta que se realiza dentro de la planta, son 28 datos recolectados y analizados para el cambio de herramienta dentro de Industrias NIKO S.A.

3.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.9.1. Técnicas

Observación:

Sierra y Bravo (1984), la define como: “la inspección y estudio realizado por el investigador, mediante el empleo de sus propios sentidos, con o sin ayuda de aparatos técnicos, de las cosas o hechos de interés social, tal como son o tienen lugar espontáneamente”.

Se usará la observación en esta investigación por que permitirá ver el fenómeno y los datos a analizar de manera en la cual podremos detallar los sucesos presentados y determinar los problemas presentados.

Análisis de documentos

Para la investigación la recolección de datos será fundamental y recurriremos a todas las fuentes que se podrán recaudar de las actividades realizadas dentro de la organización, como datos de producción, cambios de formatos previos, etc.

De esta manera se podrá añadir datos específicos para poder encontrar los resultados deseados para la empresa.

3.9.2. Instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2006 p. 146) Son las distintas formas o maneras de obtener la información, el mismo autor señala que los instrumentos son medios materiales que se emplean para recoger y almacenar datos.

Guía de observación: Este será el documento donde se podrán tomar notas mediante las observaciones realizadas en un ambiente específico para lograr obtener información detallada sobre el método a trabajar.

Hojas de análisis de Datos: Este formato ayudo en la recolección de datos de las actividades realizadas dentro de la organización, de las cuales pude obtener una data real cuantitativa de la cual se pudieron tomar los estudios necesarios para la evaluación de los métodos aplicados.

3.10 Procedimiento

Para la aplicación de los procedimientos en el presente estudio de ser uso:

Confiabilidad

La confiabilidad que tiene el presente trabajo se refirió a la necesidad de que el instrumento de medición sea aplicado en el aspecto que sea pueda ser aplicado en el mismo sujeto u objeto de estudio, produciendo resultados parecidos o iguales a los requeridos.

Validez

El presente trabajo tiene una validez por un juicio de expertos que le dan la validación a los instrumentos, bajo las normativas de la Universidad Cesar Vallejo, de la escuela profesional de Ingeniería de la carreta de Ingeniería Industrial.

3.11 Rigor científico

El presente trabajo está basado en varios aspectos que medidos en meticulosamente dan la rigurosidad a la investigación como la lógica, que permite tener un correcto análisis de los datos recolectados; análisis de errores, cualquier tipo de investigación puede presentar errores ya que conllevan técnicas complejas y automatizadas, por lo que es fundamental la correcta calibración, registro y comprobación de datos; probabilidad estadística, el correcto análisis de los datos obtenidos y su utilización para encontrar los resultados deseados sean favorables o no permitirán un correcto uso y la honestidad intelectual, la cual bajo este concepto ético es esencial para que los datos tomados y la información utilizada sea precisa y veraz para darle claridad a todo el proceso de la investigación científica. (16)

3.12 Método de análisis de datos

Para el análisis de datos se evaluó cada elemento obtenido durante el tiempo determinado que duro la evaluación y esta fue debidamente procesada por un análisis estadístico

Para este análisis se evaluó las 2 variables: productividad y metodología SMED en 28 cambios de herramientas realizados en el área de producción de la empresa Industrias NIKO S.A.

3.13 Aspectos éticos

Por el carácter de la investigación y en conformidad a lo solicitado por la universidad Cesar Vallejo, la escuela de Ingeniería Industrial, lo más importantes es indicar que todos los temas mencionados en el trabajo de investigación son verídicos, ya que las fuentes citadas como la organización a estudiar han sido realizadas con veracidad.

3.14 Variables

Para la investigación se usarán las siguientes variables:

Variable independiente: Metodología SMED

Variable dependiente: Productividad

La cual se encuentra definida en el siguiente cuadro

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Formula	Escala
Variables independiente: SMED	"Se había dado inicio a la implantación del SMED, superando de tal forma uno de los mayores obstáculos que en aquel momento tenía Toyota para implantar la producción "justo a tiempo", sistema que se haría famoso en el mundo entero como Sistema de Producción Toyota (TPS)." (Liker, 2006, p, 128)	Mediante la utilización de la metodología SMED y apoyo de metodología para la aplicación de mejoras de tiempos para encontrar la mejora continua y aumento de la productividad de la empresa.	Es la cantidad de horas que son utilizadas para los cambio de moldes.	$\frac{\text{Horas totales de cambio de molde}}{\text{N}^\circ \text{ de cambios de molde realizados}}$	Razón
			Tareas internas y externas	$\frac{\text{Cantidad de tareas externas}}{\text{Cantidad de tareas internas}}$	Razón
Variable dependiente: Productividad	"La productividad es una medida de la eficiencia de la empresa y se refiere al grado de aprovechamiento de los factores de producción. No existe una medida formal o universalmente aceptada de la productividad. Las empresas tienden a definir sus propias medidas adecuándolas al uso que pretenden darles y a la naturaleza de sus negocios. Estas medidas se expresan como una razón (ratio) de un indicador de la producción (output) respecto a (dividido entre) uno (productividad parcial) o todos (productividad total) los factores (inputs) consumidos durante el proceso de transformación"	Es la relación de los recursos utilizados y los recursos obtenidos gestionando de una manera eficiente y eficaz con el fin de tener mejor producción de bienes o servicios en la organización.	eficiencia	$\% \text{ eficiencia} = \frac{\text{---}}{\text{---}}$	Razón
			Eficacia	$\% \text{ eficiencia} = \frac{\text{---}}{\text{---}}$	Razón

(17) (18)

Tabla 2: Cuadro de operaciones y variables.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de la problemática

La fabricación de productos plásticos por moldeo de inyección es un método muy utilizado para obtener diferente tipo de productos sean para la gama farmacéutica, cosmética, alimentos, industriales, del hogar, etc., su versatilidad para cambiar de un tipo de producto a otro en una misma maquina le permite tener una amplia cantidad de productos según lo requerido por el cliente, esto es una gran ventaja a diferencia de otro procesos de producción la cual tienen líneas únicas según el tratamiento que se requiera.

Industrias NIKO S.A. dentro de los más de 35 años en el rubro de fabricación de productos plásticos, evalúa constantemente las producciones que son de 24 horas por días teniendo que evaluar los motivos por los cuales las maquinas puedan presentar alguna parada dentro de sus horas de trabajo, para esto se lleva evaluando todas las causas posibles de parada de una máquina inyectora dentro de la organización, las que puede ser:

Arranque
Cambio molde
Equipos Auxiliares
Falla de Máquina.
Falla de Molde
Falla de Operario.
Falla de Planificación
Falta de Abastecimiento.
Falta de Personal.
Mantenimiento programado de maquina
Mantenimiento programado de molde
Otros
Problema de Color
Problema de Material.
Prueba
Purga

Tabla 3.- Causas de parada de máquina

De las causas de parada de maquina presentadas anteriormente se ha hecho un análisis para evaluar cuál de ellas es la que más horas acumuladas tienen dentro de organización teniendo un análisis de los años 2018,2019 y 2020 que nos permitieron identificar la causa principal de horas perdidas.

Etiquetas de fila	Suma de 2018	Suma de 2019	Suma de 2020
Arranque	477.75	451	424.5
Cambio molde	2191.75	2468	1850.75
Equipos Auxiliares	532	163.25	185
Falla de Máquina.	1552.5	1971	885.5
Falla de Molde	1765.5	1578.25	897.75
Falla de Operario.	111	207.5	156.5
Falla de Planificación	327.75	120.5	49.5
Falta de Abastecimiento.	445.5	287.5	122.75
Falta de Personal.	1312.5	1056.75	2494.25
Mantenimiento programado de maquina	100	180	206
Mantenimiento programado de molde	120	60	66
Otros	1536.5	966	717
Problema de Color	163.5	92	65.25
Problema de Material.	298	285.75	102
Prueba	785.5	650.25	496.75
Purga	1108.5	876	954.5
Total, general	12608.25	11173.75	9674

Tabla 4.- Causas de parada de máquina en los años 2018, 2019 y 2020

Por lo observado en la tabla 4, se ha podido identificar que la causa de parada que afecta con mayor proporción a las paradas de máquina ha sido los cambios de molde teniendo en el 2018 un 17%, en el 2019 un 22% y en el 2020 un 19% lo que ha sido causa de pérdidas económicas para la organización.

Además de ser un factor negativo para las horas de hombre utilizadas que se pierden por estos cambios, por este motivo es importante realizar un ajuste a los cambios de moldes que se realizan dentro de la organización.

Dentro de los ámbitos internacionales los cambios de formatos en máquinas inyectoras tienen un bajo consumo de horas de paro de máquina sin embargo en Industrias NIKO S.A. la cantidad de horas consumidos por promedio es superior a las 2 horas con 30 minutos lo que a diferencia de otras empresas tanto nacionales como internacionales tienen un promedio de cambio de 1 hora

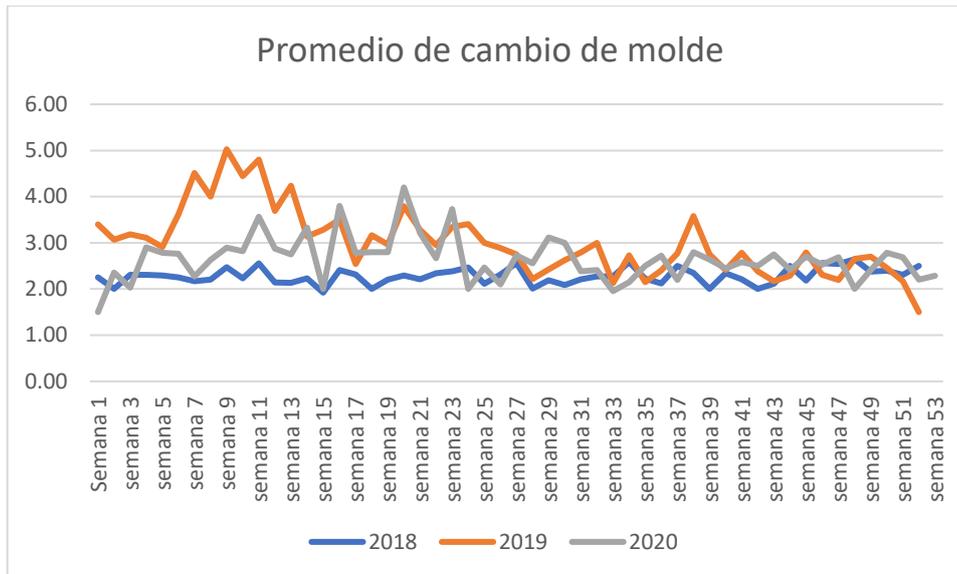


Figura 3: Promedio de cambio de molde en Industrias NIKO S.A.

Por este motivo es que la organización busco la manera más adecuada de reducir estos cambio de formatos que ocasionaban una gran pérdida a la organización porque además de tener altos tiempos de cambio, en muchas ocasiones lo operarios no podían terminar la tarea correctamente, por la presión de inicio de producción, por exigencia del jefe de turno o jefe de producción, lo que ocasionaba que los arranque de los productos también tengan retrasos porque los productos no salían conformes dentro de lo tolerado por control de calidad, además que esta presión para la instalación de los moldes nuevos ocasionaba que en muchas ocasiones los moldes sufrieran imperfectos por la falta de algún procedimiento o mala instalación por parte de los operarios.

Encontrar la manera adecuada para que estos cambios se den con la metodología SMED fue un punto de decisión de la jefatura y de la gerencia así encontrar el método adecuado para su ejecución y seguimiento. (19)

Ya que la metodología SMED es una herramienta de mejora continua permitirá que la empresa no solo aplique estos cambios, sino que con el pasar del tiempo puede implementar nuevos procedimientos y tecnologías que favorezcan a que los cambios de formatos se hagan en los menores tiempos posibles. (20)

Para encontrar una causa se realizaron dos observaciones principales que fueron apoyados por el diagrama de Ishikawa y El diagrama de Pareto.

4.2 Diagrama de Pareto

En este diagrama se puede observar como la causa principal de las pérdidas de tiempo dentro de Industrias NIKO S.A. es el cambio de molde es lo que consume muchas más horas, sabiendo esto se puede identificar el problema principal y poder atacarlo de una manera directa.

Al ser la prioridad el Pareto el cambio de molde será el objeto a evaluar principalmente y en lo que la organización busca reducir a tiempos estándares internacionales para que la empresa tenga un aumento en su productividad.

Y al ser el objetivo principal, encontrar la herramienta que disminuya estas horas perdidas es la razón de ser del objeto de estudio de la presente investigación, encontrando como aliado clave a la metodología SMED que después de las evaluaciones correspondientes se verá si tiene un efecto positivo para la organización.(21)

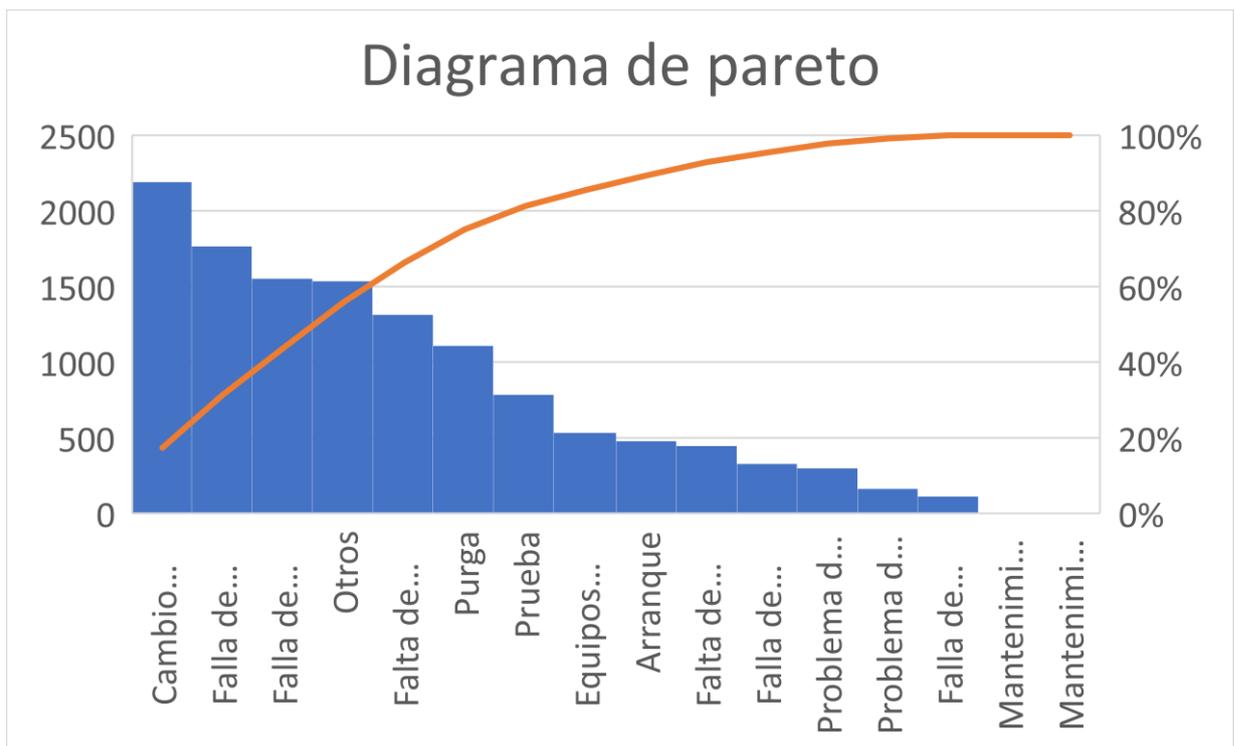


Figura4: Diagrama de Pareto de causa de parada de NIKO S.A.

4.3 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa nos permitirá encontrar la causa raíz de un problema, analizando todos los factores que intervienen en ella. (22)

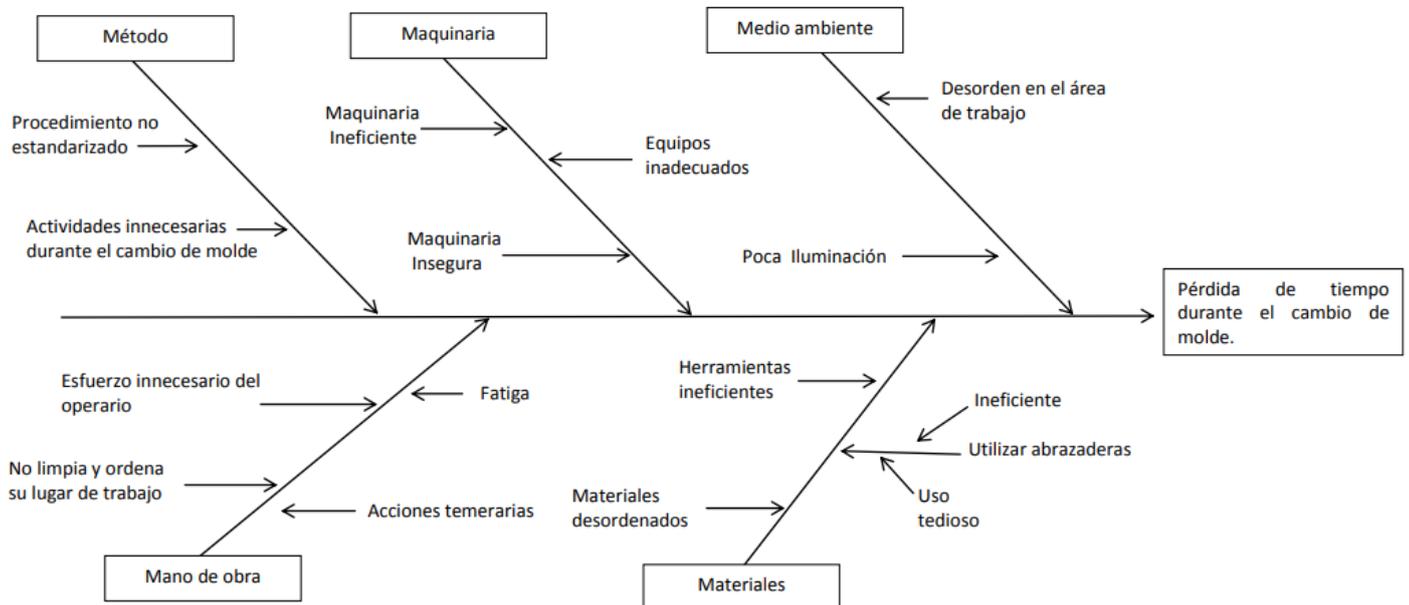


Figura5: Diagrama de Ishikawa de la pérdida de tiempo durante el cambio de molde en Industrias NIKO S.A.

4.4 Evaluación de los datos obtenidos

Para la evaluación de los datos y aplicación de la metodología SMED se realizó un trabajo de inspección y observación a los diferentes cambios de moldes que se hicieron durante los meses de enero y febrero para tomar los datos por 56 días correspondientes para el antes y después del cambio de moldes analizando los tiempos promedios de los cambios de molde en las 16 maquina operativas que cuenta la empresa.

4.5 Actividades internas y externas

Dentro del análisis de la metodología SMED uno de los factores importantes es la identificación de las actividades interna y externas que se realizan para el cambio de formato, pues esta son las que influyen directamente en el consumo de horas de la organización, la correcta identificación de ambos factores nos ayudara a derivar las tareas internas en tareas externas y de este modo lograr la disminución deseada. (23)

Actividades Internas	Actividades Internas
Preparación de molde	Planificación de producción
Detener la máquina inyectora	Entrega de Epps y Herramientas
Desplazar Grúa Hasta la máquina	Verificación de molde
Aplicación de Grasa al molde a cambiar	Verificación de máquina
desmontar las abrazaderas de las mangueras	Control de calidad
Retirar las mangueras del molde	
Retirar los niples de las mangueras	
Cierre del molde	
Colocar sujetador de molde	
Enganchar parte móvil y parte fija	
Quitar chuletas de la parte móvil	
Quitar chuletas de la parte fija	
Apertura la máquina inyectora	
Ubicar la cadena de la grúa en el cáncamo del molde	
Desmontar el molde de su posición actual	
Retirar el anillo sujetador del molde	
Llevar el molde a su posición de guardado	
Colocar el cáncamo al molde nuevo	
Colocar la cadena de grúa manual al sujetador	
Subir el molde	
Ajustar el molde a la placa	
Colocar las chuletas inferiores	
Cerrar la máquina inyectoras	
Colocar las chuletas superiores	
Quitar la cadena y sujetador	
Colocar los niples de agua	
Colocar las mangueras	
Entornillar las abrazaderas a las mangueras	
Retirar la grúa a lugar	
Ordenar y desinfectar área de trabajo	
Calentar la máquina	
Regular la máquina inyectora	

Tabla 5.- Actividades internas y externas para el cambio de molde.

Dentro de las actividades internas también se buscó cuáles eran las actividades que tomaban mayor tiempo a los operarios realizar a través de la toma de tiempos por actividades en diferentes cambios de moldes lo cual ayuda a identificar de la misma manera que actividades consumen más horas, de las cuales se encontraron.

Actividades	T. promedio
Preparación de molde	15
Detener la máquina inyectora	1.62
Desplazar Grúa Hasta la máquina	7
Aplicación de Grasa al molde a cambiar	5.4
desmontar las abrazaderas de las mangueras	6.5
Retirar las mangueras del molde	3.25
Retirar los niples de las mangueras	2.5
Cierre del molde	3.5
Colocar sujetador de molde	4.7
Enganchar parte móvil y parte fija	3.8
Quitar chuletas de la parte móvil	2.6
Quitar chuletas de la parte fija	2.6
Apertura la máquina inyectora	1.2
Ubicar la cadena de la grúa en el cáncamo del molde	2.8
Desmontar el molde de su posición actual	5.6
Retirar el anillo sujetador del molde	4.2
Llevar el molde a su posición de guardado	17
Colocar el cáncamo al molde nuevo	2.4
Colocar la cadena de grúa manual al sujetador	3.2
Subir el molde	6.5
Ajustar el molde a la placa	1.5
Colocar las chuletas inferiores	2.4
Cerrar la máquina inyectoras	1.2
Colocar las chuletas superiores	2.4
Quitar la cadena y sujetador	1.3
Colocar los niples de agua	2.4
Colocar las mangueras	4.2
Entornillar las abrazaderas a las mangueras	2.5
Retirar la grúa a lugar	10
Ordenar y desinfectar área de trabajo	6.9
Calentar la máquina	6
Regular la máquina inyectora	20

Tabla 6.- Toma de tiempos de actividades internas.

Con esta evaluación se pudo determinar otro diagrama de Pareto que permitió realizar la observación de las actividades que consumen mayor tiempo dentro de la organización, lo cual ayudó a implementar un nuevo método de trabajo para la eliminación de los tiempos de mayor repercusión y así la reducción de los tiempos observados anteriormente.

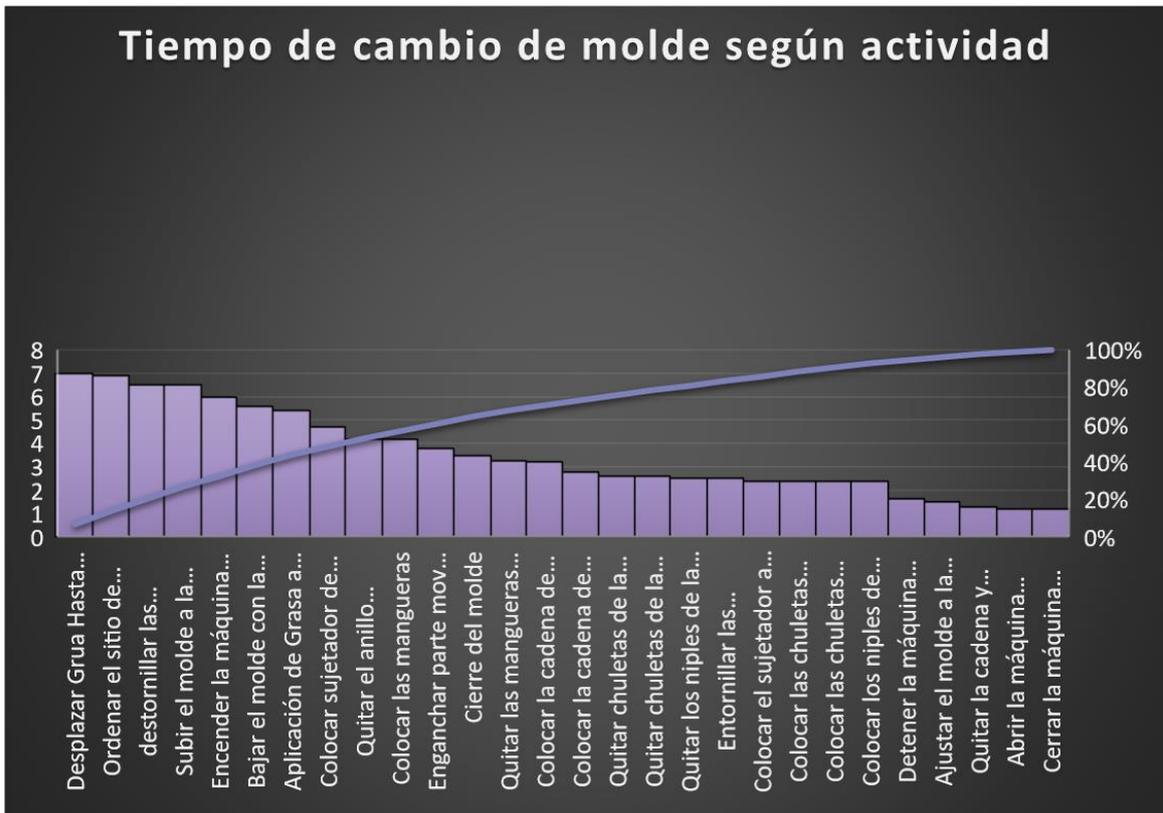


Figura6: Diagrama de Pareto de actividades internas de cambio de molde

Con esta observación dentro de la línea de cambio de molde permitió que se tomaran acciones de cambio y mejora dentro de la organización, al inicio del estudio del caso los cambios de formatos eran realizados por 1 solo operario al ver que estos tenían una carga alta por la complejidad de la operación se decidió crear dos líneas de trabajo con 2 operadores dividiéndose de manera equitativa las tareas para la aplicación de cambio en los moldes, teniendo la siguiente distribución después de la primera evaluación de los problemas dentro de la organización.

Para esto se ideó un diagrama de Gantt para la implementación de los días que se iban a evaluar y de las diferentes actividades a realizar por parte de los jefes de producción, que se evaluó de la siguiente manera. (24)

Actividades Internas	Actividades Internas
Preparación de molde	Planificación de producción
Detener la máquina inyectora	Entrega de Epps y Herramientas
Desplazar Grúa Hasta la máquina	Verificación de molde
Aplicación de Grasa al molde a cambiar	Verificación de máquina
desmontar las abrazaderas de las mangueras	Control de calidad
Retirar las mangueras del molde	Preparación de molde
Retirar los niples de las mangueras	Aplicación de Grasa al molde a cambiar
Cierre del molde	Quitar el anillo sujetador del molde
Colocar sujetador de molde	Desplazar el molde al almacén de moldes
Enganchar parte móvil y parte fija	Regular la máquina inyectora
Quitar chuletas de la parte móvil	
Quitar chuletas de la parte fija	
Apertura la máquina inyectora	
Ubicar la cadena de la grúa en el cáncamo del molde	
Desmontar el molde de su posición actual	
Retirar el anillo sujetador del molde	
Llevar el molde a su posición de guardado	
Colocar el cáncamo al molde nuevo	
Colocar la cadena de grúa manual al sujetador	
Subir el molde	
Ajustar el molde a la placa	
Colocar las chuletas inferiores	
Cerrar la máquina inyectoras	
Colocar las chuletas superiores	
Quitar la cadena y sujetador	
Colocar los niples de agua	
Colocar las mangueras	

Tabla 7.- Actividades internas y externas después de reorganización

Se pudo observar como la nueva distribución de las actividades internas y externas tuvo impacto positivo dentro de la organización porque les permitió a los operarios una mayor concentración en sus tareas sin el estrés de la carga de entrega inmediata, la retro alimentación y la delegación de ciertas tareas que eran tediosas y demandaban una gran carga de procesos.

Después de hacer las actividades necesarias se encontró con un panorama muy favorable dentro de lo que se buscó obtener pues los cambios de formatos dentro de Industrias NIKO S.A. pasaron de tener una media de 2.70 por cambio de molde a ser solo de 1.50 por cambio de formato lo cual ayudo a la organización en poco

tiempo la reducción de sus procesos que a largo plazo se verá reflejado en un aprovechamiento de las instalaciones y la disponibilidad de la organización.

Como se mencionó en un inicio lo que se busco es ver la relación de la mejora de la productividad dentro de la organización y se hicieron las mediciones antes y después de la implementación de la metodología SMED para el cambio de formato, lo cual si se vio afectada positivamente ya que los indicadores de productividad de la organización variaron de una manera positiva encontrando un mejor camino para la aplicación de esta herramienta, pues logro que los operarios redujeran su tiempo de cambio de molde, logro que las actividades sean menos laboriosas para todos los operarios incurridos en las operaciones sin el desperdicios de ninguna hora hombre y el aumento de las horas maquinas dentro de la organización. (25)

4.6 Resultado de los datos

Para encontrar los resultados se analizó según las variables para encontrar lo necesario valores que nos ayuden a validar la investigación y los resultados deseados.

Productividad

Se evaluó la productividad de la organización antes y después de los resultados

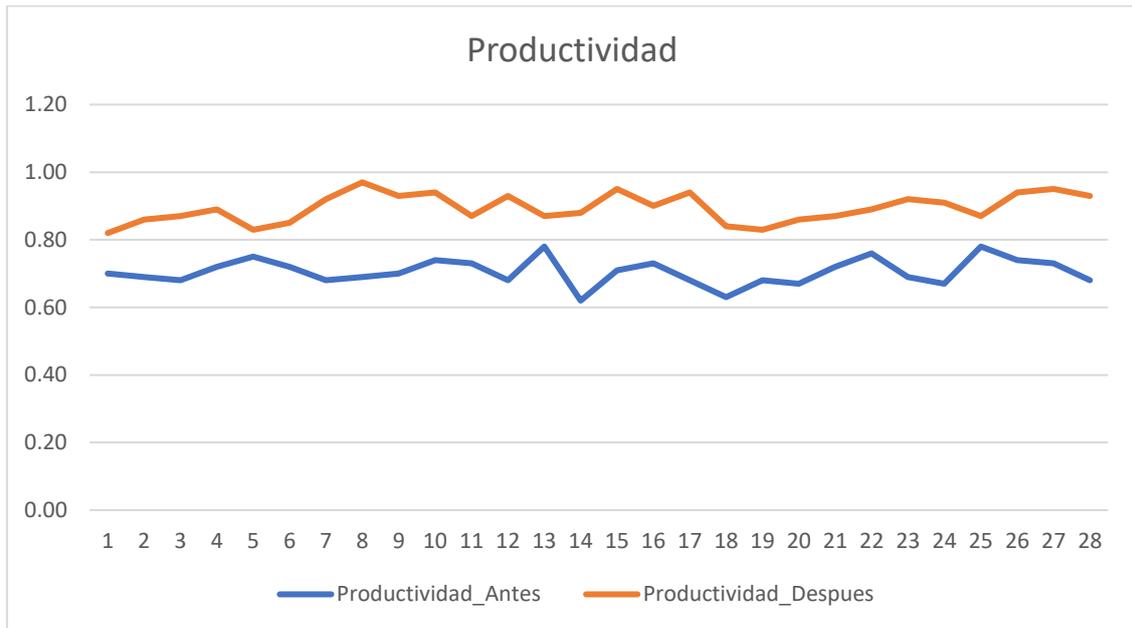


Figura 9.- Productividad antes y después en Industrias NIKO S.A.

INTERPRETACION: Del cuadro No. 1 comparativo arriba mostrado, se evidencia claramente el mejoramiento de la productividad en los procesos de producción, esta aumentando en un 1.9 % de la productividad.

4.7 Análisis de inferencia

Sobre la Hipótesis principal

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Productividad_Antes	70,5357	28	3,90140	,73729
	Productividad_Despues	89,3929	28	4,21056	,79572

Figura 10: Prueba de Normalidad

VALIDACION DE LA NORMALIDAD

SIG < 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS = NO

SIG > 0.05 DATOS PARAMETRICOS = SI

	ANTES	DESPUES	CONCLUSION
SIG > 0.5	SI	SI	PARAMETRICO
SIG > 0.5	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG > 0.5	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG > 0.5	NO	NO	NO PARAMETRICO

Figura 11: Cuadro paramétrico y no paramétrico

Contrastación de la hipótesis general

Ho: La aplicación de SMED no mejora la productividad en la empresa INDUSTRIAS NIKO S.A.

Ha: La aplicación de SMED mejora la productividad en la empresa INDUSTRIAS NIKO S.A.

4.8 Análisis de T-stunt

Regla de decisión:

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Productividad_Antes	70,1667	18	3,92953	,92620
	Productividad_Despues	89,2222	18	4,46629	1,05271

Tabla 8.- Estadística de muestra emparejadas

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Productividad_Antes - Productividad_Despues	-19,05556	6,08249	1,43366	-22,08031	-16,03080	-13,292	17	,000

Figura 12: Prueba de muestras emparejadas

$$H_0: \mu_{\text{Productividad Antes}} \geq \mu_{\text{Productividad Después}}$$

$$H_a: \mu_{\text{Productividad Antes}} < \mu_{\text{Productividad Después}}$$

70.53

89.39

Interpretaciones: De la tabla 8, ha quedado demostrado que la media de la productividad antes (0.73729) es menor que la media de la productividad después (0.79572), por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación de metodología SMED mejora la productividad en la línea de producción de la empresa Industrias NIKO S.A.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación determina que la productividad actual de la empresa Industrias NIKO S.A. en el área de producción, tiene como resultado a partir de la alta carga de horas de parada de máquina lo que genera una pérdida de la productividad con los resultados obtenidos de las observaciones dentro del campo de investigación de las actividades realizadas, se logró aumentar la productividad en un 19 % después de la aplicación de la metodología SMED; como Fernández (2016) logro en su investigación encontrar un aumento en el tiempo de entrega de una empresa de plásticos con el método SMED, aplicándolo de tal manera que este se encontrara dentro de los parámetros deseados para la organización. Retuerto (2016) en su investigación también logro observar como la aplicación adecuada de la metodología SMED aportaba un factor positivo en la línea de producción de solidos de una farmacéutica. Por eso es importante la aplicación de este método en cualquier ambiente que necesite una restructuración de actividades para disminuir la necesidad de tiempos muertos aprovechando todos los recursos, siendo una herramienta practica y sencilla que puede ser aplicada dentro de cualquier organización, pero esta lograra un cambio significativo si es aplicada correctamente.

Aportando también no un factor productivo sino también un impacto social en los colaboradores de la organización porque logra general un feed back entre los colaboradores y también entre los jefes, lo que enriquece a la organización con nuevas ideas para encontrar mejoras que potenciaran a esta misma.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logro observa que la aplicación de la metodología SMED logro mejorar la productividad de la organización a través de la reducción de tiempo dentro de la empresa industrias NIKO S.A.
2. Al implementar nuevos equipos como la grúa aérea ayudo a disminuir en un 40% el tiempo que se perdía para dicha actividad lo que facilitó y mejoro el cambio de herramienta en las actividades diarias.
3. La implementación de tomas rápidas en la mayoría del molde ayudo a que las conexiones percibieran una disminución de su tiempo de un 70% de tiempo que se utilizaba para el cambio de herramienta, ya que, al ser elementos de fácil acceso, las mangueras de aguar no tenían que ser instaladas de forma manual como se solía hacer.
4. El correcto manejo del programa de producción ayuda a que los cambios de moldes puedan ser mejor planificados ya que no solo afecta al área de producción sino al área de almacén que pueden tener el material necesario con anticipación y también a mantenimiento que con este mismo pueden planificar los trabajos necesarios para que los moldes puedan estar en óptimas condiciones acelerando los procesos de cambio de moldes en un 75%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable que se compre una grúa automática o una línea de grúa que permita una reducción de los tiempos, ya que tener una grúa móvil y tener que transportarla de una máquina a otra se ahorraría mucho más tiempo.
2. Se recomienda también que la metodología SMED se mejore con el tiempo, pues esta no solo es una aplicación estática sino una mejora continua que puede seguir encontrando maneras de incrementar la productividad y la disminución de tiempo de cambio de molde.
3. Se recomienda que se aplique reuniones con los involucrados de los cambios de moldes así se podrá tener una retroalimentación más interactiva y recibir mejores alternativas para la mejora continua de la organización.
4. Se recomienda comprar un carrito de herramientas organizado para el trabajo de cambio de molde y organizar los elementos y herramientas adicionales que necesiten los operarios para que se reduzcan aún más los cambios de molde.

REFERENCIAS

1. Carbonell FE. TÉCNICA SMED. REDUCCIÓN DEL TIEMPO PREPARACIÓN. :11.
2. Manual de Inyección de Plásticos.pdf.
3. Máquinas Inyectoras.pdf.
4. Corazza EJ, Sacchelli CM. Reducción del Tiempo de Ciclo de Inyección de Termoplásticos con el uso de Moldes con Tratamiento Superficial por Nitruración. 2012;23:9.
5. Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de fabricación de cremas MH 5TN en una empresa de cosméticos,lurín, 2020.pdf.
6. Gutiérrez Escobar I. Propuesta para el mejoramiento de la productividad de la línea Mespac en Fábrica de Lácteos de Bugalgrande S.A a partir de la metodología Smed para cambio de formato. control de calidad, fabrica de lacteos, bugalagrande, planificacion del producto, procesos tecnicos, mejoramiento, Mespac, metodologia Smed [Internet]. 11 de noviembre de 2014 [citado 11 de septiembre de 2021]; Disponible en: <http://192.168.14.9:8080/handle/123456789/201>
7. SMED en Toyota - la flexibilidad como ventaja competitiva [Internet]. [citado 11 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://blog.toyota-forklifts.es/smed-en-toyota-la-flexibilidad-como-ventaja-competitiva>
8. Barrenechea F, Alexis B. Reducir tiempo de entrega mejorando el tiempo de cambio de molde en empresa de plásticos de Lima, Perú. :166.
9. Un estudio del sistema de producción de Toyota desde el punto de vista de la ingeniería industrial.pdf.
10. Iturrieta FB, Castro CJD, Pizarro FO. OPTIMIZACIÓN DE TAREAS Y EQUIPOS EN LÍNEAS PRODUCTIVAS DURANTE UN CAMBIO DE FORMATO: IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA SMED. :91.
11. Mendoza Guerrero GA. Aplicación de la metodología SMED para la reducción de los tiempos de cambio de formato en una línea de producción de helados. 24 de febrero de 2016 [citado 11 de septiembre de 2021]; Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/31988>
12. Arroyo LFV. BACH. GUILLERMO HERRERA YONCLEI MERLIN. :75.
13. PRODUCTIVIDAD.

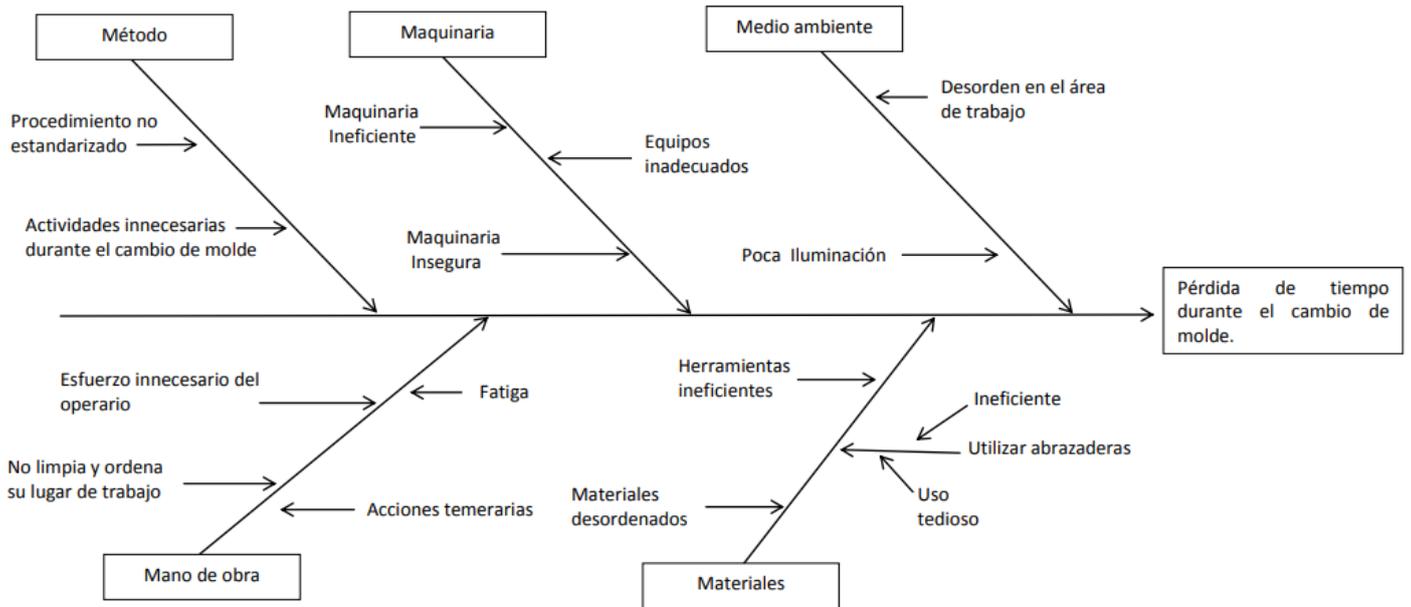
14. Productividad y competitividad. :18.
15. Sobre Niko – Industrias Niko [Internet]. [citado 11 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://induniko.com/sample-page/>
16. Cook TD. Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa. Ediciones Morata; 1986. 232 p.
17. García SJ. Maestría en ingeniería en manufactura avanzada. :68.
18. Cruzado G, Bryan R. TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO INDUSTRIAL. :274.
19. Acevedo Torres KS, Lagos Salvatierra DE (Prof G. Propuesta de implementación de Smed para una línea de envasado y etiquetado en una empresa vitivinícola [Internet] [Thesis]. Universidad de Talca (Chile). Escuela de Ingeniería Civil Industrial; 2010 [citado 11 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/8621>
20. Análisis y propuesta de mejora en la productividad de una línea de envasado de desodorantes utilizando la metodología SMED.pdf.
21. Principios de Pareto su uso en la industria cervecera y su posible vinculación con la enseñanza de las matemáticas.pdf.
22. Bermúdez ER, Camacho JD. El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. 2010;17.
23. Castañeda Cabrera CA. Metodología SMED para aumentar el nivel de servicio en una empresa envasadora de bidones de agua de mesa. 2020 [citado 11 de septiembre de 2021]; Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3127>
24. León D. PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA II DIAGRAMA DE GANTT Pasaje de Grado de Comisario a Comisario Inspector (PA) (PE) (PT). :6.
25. Optimización de Operaciones Mediante la Técnica SMED en una Empresa de Envases Metálicos.pdf.

ANEXOS

Anexo 1

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el efecto que ocasiona el tiempo perdido durante el cambio de molde en cuanto al tiempo de entrega del producto final en la empresa Hangers Trading S.A.C.?</p> <p>Problema específico</p> <p>¿Qué efecto tiene la pérdida de tiempo en el desplazamiento de los moldes en el tiempo estimado de entrega?</p> <p>¿Cuál es la influencia del sistema actual de conexiones de agua en la pérdida de tiempo durante el cambio de molde?</p> <p>¿Qué consecuencia tiene el desorden de los moldes y herramientas durante el cambio de molde?</p> <p>¿Cuál es la probabilidad de que el tiempo de entrega aumente si no se planifica los requerimientos de materiales para el cambio de molde?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Reducción del tiempo perdido durante el cambio de molde mejorando el tiempo de entrega del producto final a los clientes de la empresa Hangers Trading s.a.c.</p> <p>Objetivo específico</p> <p>Mejorar la forma de desplazamiento de los moldes desde su almacén a la máquina reduciendo el tiempo del cambio de molde.</p> <p>Cambiar el sistema actual de conexiones de agua reduciendo la pérdida de tiempo durante el cambio de molde.</p> <p>Ordenar los moldes y herramientas reduciendo errores durante el cambio de molde.</p> <p>Planificando los requerimientos de materiales para el cambio de molde, reduciendo el tiempo del cambio de molde.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La reducción del tiempo perdido durante el cambio de molde, favoreciendo significativamente, el tiempo de entrega del producto a los clientes de la empresa HANGERS TRADING S.A.C.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>La Implementación de una grúa aérea para desplazar los moldes desde su almacén hasta la máquina, mejorara el tiempo de cambio de molde.</p> <p>La implementación el sistema de toma rápida dentro del molde, mejorara el tiempo durante el cambio de molde.</p> <p>Utilizar la herramienta de calidad 5S en el almacén de los moldes y en el almacén de las herramientas, evitara los errores durante el cambio de molde.</p> <p>Realizar un programa de producción ayudara a saber que materiales utilizar y cuando usarlos, evitara perder tiempo en el proceso de cambio de molde.</p>	<p>Variable independiente.</p> <p>Tiempo de cambio de molde.</p> <p>Movimientos de los operarios.</p> <p>Variable dependiente</p> <p>El tiempo de entrega del producto final.</p> <p>Costo de mano de obra</p>	<p>Tipo de investigación.</p> <p>El tipo de investigación que se adapta al presente trabajo es cuasi experimental.</p> <p>Método de investigación.</p> <p>El método de investigación es cuantitativo.</p> <p>Marco teórico: Proceso – inyección.</p> <p>Molde inyección.</p> <p>Planificación de requerimientos de materiales (MRP).</p> <p>Metodología Single Minute Exchange Of Die (SMED)</p> <p>Toma de tiempos.</p> <p>Estudio de movimientos.</p> <p>Herramientas de calidad – 5</p>

Anexo 2



Anexo 3

